C. S. Sherrington

Experimentelle Untersuchungen

über die

Leitungsverhältnisse zwischen Gehirn und Rückenmark.

(18)

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der

edizinischen Facultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn

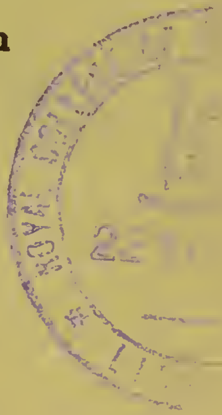
vorgelegt und mit Thesen vertheidigt

am 15. August 1874

von

Moritz Nussbaum

aus Hoerde.



Opponenten:

Dittmar Finkler, cand. med.
Hans Heubach, cand. med.
Anton Feldmann, Dr. med.

Bonn,

Druck von Carl Georgi.

1874.

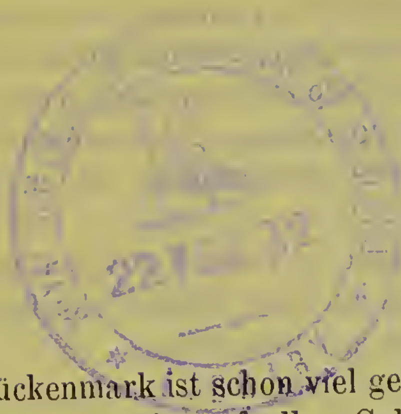
Dem Andenken

meiner Mutter

und

meines Freundes Erich Schüll

gewidmet.



Ueber Rückenmark ist schon viel geschrieben worden. Es geht jedoch hier, wie auf allen Gebieten der Naturwissenschaft: gerade da pflegt die Literatur am reichhaltigsten zu sein, wo noch die meisten Zweifel bestehen, wo sich der Complex der Erscheinungen nur schwer durch das Experiment in die einzelnen Componenten zerlegen lässt. Es liegt auch in der Natur der Sache begründet, dass, wenn wie bei unserer Materie sowohl der Anstellung der Experimente, als der Bestimmung ihrer Fehlergrenzen erhebliche Schwierigkeiten sich entgegenstellen, die einzelnen Forscher in manchen Punkten von einander abweichen.

Beim Warmblüter ist es die grosse Vulnerabilität, welche die Resultate der Forschung in Frage zieht; der unbedingt nöthige Eingriff in die normalen Ernährungsverhältnisse des Rückenmarks ist so bedeutend, dass die Erscheinungen nicht in ihrer Reinheit zu Tage treten können. Der Frosch ist zu bestimmten Jahreszeiten — Frühjahr und Herbst — toleranter gegen den gewaltigen Eingriff in den thierischen Organismus, wie ihn Schnitte durch das Rückenmark darstellen; allein die Kleinheit des Rückenmarks erfordert neben einem gewissen Geschick bei der Ausführung der Verletzung auch noch eine genaue Controle derselben hinterher.

Unter denen, welche sich in den letzten Decennien mit dem Rückenmark und seinen Functionen beschäftigt haben, sind namentlich aufzuführen:

J. van Deen[1]). Er kam im Verlaufe seiner Untersuchungen an Fröschen zu folgenden Cardinalsätzen:

1. Nach halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks besteht die Empfindlichkeit unterhalb des Schnittes fort, die willkürliche Bewegung ist aufgehoben.

2. Die andere Körperhälfte ist in keiner Weise afficirt.

Stilling[2]) führte in einer Kritik der van Deen'schen Versuche aus, dass auch die willkürliche Bewegung unterhalb des Schnittes erhalten bleibe.

Eigenbrodt[3]) schliesst sich im Wesentlichen den Behauptungen Stillings an, wenn auch beide Forscher, die Erklärung der beobachteten Thatsachen anlangend, durchaus von einander abweichen. Während Eigenbrodt die Erscheinungen auf eine theilweise Kreuzung der empfindenden und bewegenden Fasern im Rückenmark selbst zurückführt, nimmt Stilling eine eigenthümliche Structur des Markes an, die es gestattet, dass der Wille von einer Seite auf die andere überspringe, auf die näher einzugehen aber hier nicht der Ort ist.

Eigenbrodt hebt besonders hervor, dass zur Erhaltung der Function einer Extremität die Schnitte im Marke weit genug entfernt von den Ursprüngen der entsprechenden Nerven angelegt sein müssen.

Türck[4]) resumirt aus seinen Versuchen:

---

1) J. van Deen: Vorläufige Beschreibung von einigen an der med. oblong. von Rana temp. gemachten Versuchen. — v. Deen, Donders und Moleschott holländ. Beitr. zu d. anat. und physiol. Wissensch. Heft I. Düsseld. und Utrecht, p. 27. J. van Deen: Traités et découvertes sur la physiologie de la moëlle épinière. Leide 1841.

2) Stilling: Untersuchungen über die Function des Rückenmarks und der Nerven mit spec. Beziehung auf die Abhandlung v. Deen's. Leipzig 1842.

3) Eigenbrodt: Ueber die Leitungsgesetze im Rückenmark. Giessen 1849.

4) Türck: Ueber den Zustand der Sensibilität. Wiene.

Durchschneidung der Hinterstränge, Zerstörung der grauen Substanz oder eines Vorderstranges äussern keinen Einfluss auf die vor dem Schnitte gelegenen Körpertheile. Geht der Schnitt bis in den Seitenstrang, so entsteht geringe Parese der betreffenden vorderen und unvollkommene Lähmung der hinteren Extremität; Hyperästhesie auf der Seite des Schnittes, Anästhesie in der anderen Körperhälfte.

In einer grossen Zahl von Einzelarbeiten sucht Brown-Séquard [1]), gestützt auf seine Experimente an Meerschweinchen, Hunden, Katzen, Schaafen und Kaninchen zu beweisen:

Dass auf der Seite des Schnittes Lähmung mit Hyperästhesie, auf der anderen Seite neben fortbestehender willkürlicher Bewegung, Anästhesie vorhanden sei, d. h., dass die Leitung der willkürlichen Bewegungsimpulse direct, die Leitung der Empfindung im Rückenmarke aber gekreuzt sei. Halbseitige Durchschneidungen des Rückenmarkes hatten ihm gezeigt, dass sowohl vor als hinter dem Schnitte in der entsprechenden Körperhälfte die Empfindlichkeit erhöht, in der anderen aber vermindert oder gar aufgehoben sei. Er konnte das Ohr der dem Schnitte entgegengesetzten Seite kneifen oder brennen, ohne Schmerz zu verursachen. Längsschnitte durch das Rückenmark in der Gegend des Austritts der Wurzeln für die Nerven der Hinterextremitäten liessen die willkürlichen Bewegungen in diesen ungestört, aber machten sie unempfindlich. Nach zwei nahe gelegenen halbseitigen, gekreuzten Querschnitten verschwand die Sensibilität in beiden Hinterbeinen.

Zeitschrift f. Aerzte. März 1851. Türck: Ergebnisse physiol. Untersuchungen über die einzelnen Stränge des Rückenmarks. a. a. O. 1852, p. 535 sqq.

1) Brown-Séquard. Compt. rend. de l'acad. 1847—1855. Gazette méd. de Paris. 1849 p. 233; 1850 p. 169; 1851 p. 209; 1854 p. 135 und 136; 1855 No. 31, 36—38. Brown-Séquard. Exper. researches applied to physiol. and pathol. New-York 1853. Brown-Séquard. Journal de Physiologie, Tome I. 1858 p. 170—189. Bulletin de l'Académie de méd. Tome 23. Oct. 1857.

Oré[1]) statuirt eine unvollständige Kreuzung der Empfindungsleitung im Rückenmark; nach ihm hebt die Trennung eines vorderen und seitlichen Stranges die Motilität auf derselben Seite auf.

Dasselbe in etwas anderer Form hatte vor Oré schon Budge[2]) behauptet.

Nach Schiff[3]) sind nur die Hinterstränge empfindlich; sie leiten nebst der selbst unempfindlichen grauen Substanz (ästhesodische Substanz) die Empfindungen. Die Vorderstränge leiten die Bewegungsimpulse; es bleibt Bewegung und Empfinduug bestehen, wenn sowohl Vorder- als Hinterstränge durchschnitten sind, nur werden beide unregelmässiger.

Im Jahre 1857 veröffentlichte Chauveau[4]) seine meist an Pferden angestellten Untersuchungen, deren Hauptresultat gegen die von Brown-Séquard verfochtene Kreuzung der sensiblen Bahnen im Rückenmark gerichtet ist. Chauveau fand: dass die quere Durchschneidung einer Hälfte des Rückenmarks die Empfindlichkeit der entsprechenden Theile aufhebe. Die scheinbare Hyperästhesie, sagt er, rührt nur von der grösseren Empfänglichkeit für Reflexbewegungen her. Er erklärt die Bewegungen der intacten Körperhälfte bei Reizungen auf der Seite des Schnittes für unwillkürliche, inducirt durch die von den Reflexbewegungen der anderen Seite her gesetzten Erschütterungen.

---

1) Oré: Journal de méd. de Bordeaux. 1853 p. 597—604. Oré: Recherches sur l'influence que la moëlle épinière et le bulbe rachidien exercent sur la sensibilité et la motilité. Gaz. méd. de Paris 1854, p. 335.

2) Budge: Untersuchungen über das Nervensystem. 1841.

3) Mittheilungen der Berner naturforsch. Gesellsch. 1853 und 1857. Compt. rend. de l'acad. 1854, p. 926. Gaz. des hôpitaux 1855, p. 466. Ueber die Function der hinteren Stränge des Rückenmarks. Moleschott's Unters. Bd. IV. 1858, p. 84—86.

4) De la moëlle épinière considérée comme voie de transmission des impressions sensitives. Compt. rend. Tome 44. Mai 1857, p. 986 etc.

A. v. Bezold [1]) legt seine Erfahrungen an Amphibien, Vögeln und Säugethieren in einer preisgekrönten Arbeit nieder und kommt zu dem Schlusse: dass die Leitung der willkürlichen Bewegung im Rückenmark direct, d. h. ungekreuzt geschehe; dass man dem äusseren Anscheine nach versucht sein könne, für die sensiblen Bahnen eine Kreuzung anzunehmen. Er stellt mit Rücksicht auf diesen Punkt keine positive Behauptung auf.

Vulpian [2]) polemisirt gegen diese Ausführungen v. Bezold's und schliesst sich der von Brown-Séquard aufgestellten Kreuzungtheorie an.

In der neuesten Zeit hat sich Setschenow [3]) mit Quertheilungen des Rückenmarks beschäftigt und gefunden:

Dass willkürliche Bewegung und bewusste Empfindung bestehen bleiben bei Durchschneidung beider Rückenmarkshälften in verschiedenen Höhen. Setschenow bestätigt eine »Reflexverstärkung« auf der Seite des Schnittes (Türck's und Brown-Séquard's »Hyperaesthesie«) und eine »Reflexabnahme« auf der gegenüberliegenden. Er leitet die Abnahme der »Reflexthätigkeit« auf der dem Schnitte entgegengesetzten Seite von einer vom Querschnitte des Rückenmarks ausgehenden sensiblen Reizung ab.

Für welche Ansicht soll man sich nun entscheiden? Genau genommen stehen alle gleichberechtigt einander gegenüber: alle sind auf Experimente am lebenden Thiere gegründet. Woher denn der Zwiespalt der Meinungen? Ich denke, die Frage wird sich von zwei Gesichtspunkten

---

1) A. von Bezold: Ueber die gekreuzten Wirkungen des Rückenmarks. v. Siebold und Kölliker, Zeitschr. für wissenschaftl. Zoologie. Bd. IX. 1858, p. 307—364.

2) Vulpian: Des effets croisés de la moëlle épinière à propos d'un travail de Ms. de Bezold. Gaz. hebd. 1858, p. 822 etc.

3) J. Setschenow: Studien über die Reflexhemmungsmechan. des Frosches. Berlin 1863. J. Setschenow u. Paschutin: Neue Versuche an Hirn und Rückenmark des Frosches. Berlin 1865.

aus beantworten lassen, deren hervorragendster auf die Methode hinweist.

Bis jetzt hat man sich damit begnügt, die Durchschneidungen des Rückenmarks entweder sofort oder nach vorausgegangener Erhärtung mit blossem Auge für gelungen zu erklären oder zu verwerfen. Diese Controle ist jedoch bei so complicirten Verhältnissen, wie sie das Rückenmark darbietet, gar zu mangelhaft. Wie viele Täuschungen und Irrthümer unterlaufen mussten, liegt auf der Hand. Es ist eben unmöglich, durch eine makroscopische Untersuchung — »die Section« — die Grösse des Schnittes zu bestimmen. Hier sind Faserzüge stehen geblieben: sie entgehen leicht dem schärfsten Auge; dort ist durch eine leichte Biegung des Marks bei der Entfernung aus dem Wirbelkanal der anfängliche Schnitt vergrössert worden: es fehlt jedes Criterium für seine ursprüngliche Ausdehnung.

In neuerer Zeit haben Dittmar[1]) und Miescher[2]) bei ihren Untersuchungen am Rückenmark und der med. oblong. das Mikroscop zu Hülfe genommen.

Ihre Methoden zur richtigen Würdigung der oben angeführten verschiedenen Angaben über die Leitungsverhältnisse im Rückenmark anzuwenden, forderte mich mein hochverehrter Lehrer, Professor Pflüger auf: so entstand die vorliegende Arbeit.

Bei den Versuchen war der modus procedendi folgender:

Der Frosch (grosses Exemplar von Rana esculenta) wird in ein Tuch so eingewickelt, dass blos das Operationsfeld frei liegt; wenn man dafür sorgt, dass das Thier nicht sehen kann, so verhält es sich ganz ruhig. Die

---

1) Dr. C. Dittmar: Ueber die Lage des sogenannten Gefässcentrums in der med. oblong. Berichte der K. Sächs. Gesellsch. d. Wissensch. 26. Juli 1873.

2) Miescher, Zur Frage der sensiblen Leitung im Rückenmark. Arbeiten der phys. Anstalt zu Leipzig 1871.

Rückenhaut wird gespalten und der Wirbelkanal, durch sorgfältiges Entfernen der deckenden Muskulatur freigelegt, mit einer kleinen Knochenscheere eröffnet. Man schiebt die dura mater mit ihren Gefässen vorsichtig zur Seite und befreit dann den Frosch auf einige Augenblicke, um den Einfluss der Verletzung zu prüfen. Ist er intact, so wird er in folgender Weise auf einem Brettchen befestigt: Ein Faden, durch je eine Hautfalte an der Innenseite der Oberschenkel gezogen, fixirt die Hinterextremitäten an einem Stifte; zwei andere Fäden, durch die Haut der Mundwinkel gelegt, halten den Vorderkörper. Auf diese Weise hat man den Frosch wie leblos vor sich liegen, ohne ihm eine nennenswerthe Verletzung beigebracht zu haben. Zu den Durchschneidungen des Rückenmarks bediente ich mich zweier Instrumente. Ein sehr feiner, gut geschliffener Hohlmeissel, sog. Schutzmesser, wurde an der gewählten Stelle, in der sich stets markirenden Mittellinie eingestochen; in seiner Rinne ein Messerchen genau nach abwärts geführt und quer durch das Mark gezogen. Man hat besonders darauf zu achten, dass das zur Durchschneidung des Marks bestimmte Messerchen durchaus senkrecht in der Rinne des eingestochenen Hohlmeissels nach abwärts geführt wird, weil sonst zu leicht Brücken unzerschnittener Substanz stehen bleiben. Eine gleiche Unsicherheit besteht, wenn man die Bögen der Wirbel nicht weit genug entfernt hat, da es bei der grossen Beweglichkeit des Rückenmarks im Wirbelkanal und der Elasticität seiner Substanz dann leicht vorkommt, dass man nicht Alles vor dem Schutzmesser trennt, namentlich Theile der Vorder- und Seitenstränge.

Nach beendeter Operation wird die Hautwunde durch die Naht vereinigt und der Frosch auf seine Fähigkeiten geprüft. Behufs der Untersuchung des Rückenmarks lege ich dasselbe, noch im Wirbelkanal, in eine dreiprocentige Lösung von doppeltchromsaurem Ammoniak, in der das Mark nach 15—20 Tagen soweit erhärtet ist, dass man mikroscopische Schnitte anfertigen kann. Man

nimmt das erhärtete Mark vorsichtig aus dem Wirbelkanal heraus und controlirt dabei gleichzeitig, ob Nervenwurzeln durchschnitten sind oder nicht; bringt darauf das Präparat in gehärtete Leberstücke, die einen passenden Ausschnitt besitzen, der mit Gummiglycerin angefüllt ist. In 50% Alkohol wird schon meist am folgenden Tage das Gummi so weit erhärtet sein, dass man Schnitte machen kann. Ein Rückenmark lieferte durchschnittlich fünfzehn Längsschnitte, die in ihrer Reihenfolge von der Bauchfläche nach der Rückenfläche numerirt in Sandarakharz aufbewahrt und mit Hülfe schwächerer Vergrösserungen — Zeiss C — analysirt wurden. In allen Präparaten diente mir zur Bestimmung der Ausdehnung des Schnittes die Grösse der zwischen die Schnittränder gelagerten Schicht rother Blutkörperchen; um keinen Täuschungen ausgesetzt zu sein, verwarf ich jeden Versuch, wo nicht der ganze Schnitt, d. h. die in jedem einzelnen mikroscopischen Präparat zu verfolgende Breite der gesetzten Verletzung, mit einem Blutcoagulum ausgefüllt war. Die Vortheile dieser Methode gipfeln in dem Momente, dass sie den Beobachter in seiner Absicht, objectiv zu bleiben, sehr wesentlich unterstützen. Jeder Frosch wurde planmässig untersucht und sofort die nöthigen Notizen über den Versuch niedergeschrieben. Zwischen dem Experimente am lebenden Thiere und der Untersuchung des Rückenmarks lag jedesmal ein mindestens dreiwöchentlicher Zwischenraum. Wenn man erst dann die fertigen Resultate der mikroscopischen Untersuchung mit den bezüglichen Versuchsprotokollen collationirt, so muss jedes Vorurtheil geschwunden sein; man kann sich selbst ganz streng controliren.

Nicht minder wesentlich für das Zustandekommen dissentirender Ansichten über unsern Gegenstand ist die Schwierigkeit, das Verhalten des operirten Frosches genau zu charakterisiren. So kommt es, dass der Eine für willkürliche Bewegung hält, was der Andere als Reflex deutet; dass Dieser für Hyperästhesie erklärt, was Jener

auf erhöhte Reflexerregbarkeit zurückführt, und so fort. Es war deshalb nöthig, das Verhalten normaler Frösche zu studiren, um den Beobachtungen an rückenmarkverletzten Fröschen mit richtigem Verständniss entgegenzutreten.

Der unversehrte Frosch erträgt die Rückenlage nicht und wälzt sich fast ohne Ausnahme über dieselbe Seite, worüber man ihn in die abnorme Lage gebracht hat, in die normale zurück. Er flieht, wenn man ihn reizt und findet die richtigen Mittel, sich aus der Gefahr zu retten. Verdeckt man ihm nämlich die Augen mit Blättchen nassen Fliesspapieres und betupft ihn mit Säure an irgend einer Körperstelle, so befreit er sich zunächst die Augen, springt dann fort und wischt gelegentlich nach der gereizten Stelle. Längere Zeit erträgt der Frosch überhaupt diese Blende seiner Augen nicht; er wischt sie spontan ab und hüpft fort. Hängt man einen Frosch vermittelst eines Hakens am Unterkiefer auf, so hebt er sich in die Höhe und zerrt mit allen Extremitäten am Haken; ist er zur Ruhe gekommen, so beginnt dasselbe Spiel aufs Neue, als erste Reaction bei Reizung irgend einer Körperstelle. Es zeigt sich also, dass der unverletzte Frosch weit mehr darauf bedacht ist, sich in toto in Sicherheit zu bringen, als einzelne Körperstellen ausschliesslich zu schützen, wie es der decapitirte Frosch auf die beste Weise bewerkstelligt [1]).

Vergleichen wir jetzt die Erregbarkeit eines normalen Frosches mit der eines solchen, dem das Rückenmark halbseitig durchschnitten. Auf der Schnittseite ist die Erregbarkeit wie beim decapitirten Frosche erheblich gesteigert; die Reaction tritt schnell und heftig ein, selbst auf geringe Reize hin. Hingegen reagirt ein solcher Frosch mit den Extremitäten der intacten Seite im

---

1) Ed. Pflüger: Die sensoriellen Functionen des Rückenmarks der Wirbelthiere nebst einer neuen Lehre über die Leitungsgesetze der Reflexionen. Berlin 1853.

Allgemeinen nicht besser und nicht schlechter wie ein normaler Frosch. Der Unterschied der Erregbarkeit auf der gesunden und der verletzten Seite ist also vorhanden; ja, man bekommt Fälle zu sehen, wo das Bein der gesunden Seite durch sehr schwache Reize am Beine der Schnittseite zu Mitbewegungen veranlasst wird; während derselbe Reiz, kurz darauf an ihm selber angebracht, ohne Erfolg bleibt. Weil aber durch eine geringe Steigerung der Intensität des Reizes am gesunden Bein auch dieses primär erregt werden kann, darf man von einer Anästhesie nicht reden; zumal durch Anlegung eines Schnittes auch auf dieser Seite des Rückenmarks die sogenannte Hyperästhesie bald hervorgerufen werden kann. Wäre nun eine Kreuzung sensibler Bahnen im Rückenmark vorhanden, so müsste ein Schnitt durch die Commissuren das Gefühl in beiden Körperhälften vernichten; es bleibt aber factisch bestehen.

Dies vorausgeschickt, gehe ich dazu über einige aus einer grossen Zahl ausgewählte Versuchsprotocolle genau in der Form wiederzugeben, wie sie am Experimentirtische entstanden sind. Wenn ich in Folgendem auch den Notizen über nicht gelungene halbseitige Durchschneidungen einen Platz gönne, so hat das nicht allein darin seinen Grund, dass von dieser Seite her ein nicht geringes Contingent geliefert wird; ich greife einige derselben aus meinem reichen Beobachtungsmaterial gerade deshalb heraus, weil sie, mit denselben Cautelen wie die übrigen untersucht, dazu beitragen, die Functionen einzelner Bestandtheile des Rückenmarks näher zu characterisiren.

Versuch 1 (Nro. 8).

Zur näheren Orientirung bemerke ich, dass bei den von mir benutzten Fröschen die Entfernung des 2. Rückenmarksnerven von der Spitze des calam. scriptorius (med. oblong.) bis zu 2 Mm. betrug. Die Bezeichnungen oben und unten beziehen sich auf die Richtung von der med. oblongata nach der cauda equina zu.

Der Schnitt liegt im Rückenmark nahe dem Ueber-

gang desselben in die medulla oblongata und hat in der rechten Hälfte des Marks folgende Theile getrennt: die median gelegene Hälfte der Hinterstränge und den grössten Theil der Vorder- und Hinterhörner.

Nach der Operation springt der Frosch gut. Legt man ihm Blättchen Papier über die Augen, so streift er bald mit dem rechten, bald mit dem linken Arm sie ab, je nachdem man rechts oder links am Kopfe gereizt hatte. Längere Zeit erträgt er überhaupt die Decke auf den Augen nicht; ebensowenig bleibt er auf dem Rücken liegen.

Versuch 1a (Nro. 42).

Lage des Schnittes im Rückenmark: 1,75 Mm. oberhalb der Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven. Die Verletzung erstreckt sich fast auf die ganze graue Substanz und einen kleinen median gelegenen Theil der Vorder- und Hinterstränge beiderseits.

Der operirte Frosch ist sehr lebhaft; bedeckt man ihm die Augen, so befreit er sie mit beiden Händen; er springt auf Schall- und Lichtreize hin fort. Der Frosch erträgt die Rückenlage länger, als ein normaler. Als ich im Begriff bin, ihm behufs der Decapitation eine Scheere ins Maul zu führen, wehrt er mit Händen und Füssen und flieht.

Aus diesen Versuchen darf mit Sicherheit geschlossen werden, dass Durchschneidung des grössten Theiles der grauen Substanz in der Querrichtung, bei Erhaltung der weissen Substanz, ohne wesentlichen Einfluss auf die willkürlichen Bewegungen des Frosches bleibt.

Versuch 2 (Nro. 43).

Einem Frosche wurde das Rückenmark 2 Mm. oberhalb der Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven, grade da, wo das Rückenmark in die medulla oblongata übergeht, durchschnitten. Vom Schnitte sind der mikroskopischen Untersuchung gemäss folgende Theile getroffen: Die ganze linke Hälfte des Rückenmarks; von der rechten Hälfte ein kleiner nach der Bauchfläche sich zuspitzen-

der, median gelegener Keil der Vorderstränge, die ganze graue Substanz und ungefähr die median gelegene Hälfte der Hinterstränge.

Bei Reizen am Kopf links flieht der Frosch nach rechts, bei Reizen rechts am Kopf wehrt und wischt er mit den rechtsseitigen Extremitäten ab. Beim Gehen ist der linke Arm am ungeschicktesten. Bei Reizen an den rechtsseitigen Extremitäten streift er, wenn die Augen ihm verdeckt waren, das Blättchen mit rechtem Fuss und rechter Hand oder mit letzterer allein vom rechten Auge; das Blättchen links bleibt liegen. Bei Reizen an den Extremitäten links streift der Frosch, nachdem aber schon andere Bewegungen gemacht, mit der rechten Hand die Decke von den Augen.

Dieser und ähnliche Versuche beweisen, dass durch die weisse Substanz willkürliche Bewegung und bewusste Empfindung vermittelt werden.

Es wird uns jetzt obliegen, das abweichende Verhalten der Extremitäten auf der Schnittseite, wie es schon in diesem Versuche hervorgetreten, an gut gelungenen halbseitigen Durchschneidungen des Rückenmarks näher zu beleuchten.

Versuch 3 (Nro. 21).

Die linke Hälfte des Rückenmarks ist 0,5 Mm. von der med. oblong. entfernt genau durchschnitten.

Direct nach dem Schnitte verfällt die ganze linke Körperhälfte in einen lähmungsartigen Zustand; es ist keine Erregbarkeit vorhanden. Diese stellt sich jedoch nach circa einer Minute wieder ein und übersteigt dann schnell die normale Grösse. Der Kopf ist nach rechts gerichtet. Legt man den Frosch auf den Rücken, so wälzt er sich blos über die rechte Seite in die normale Lage zurück; er bleibt längere Zeit liegen, wenn man ihn über die linke Seite in die abnorme Lage versetzt hatte. Nach ungefähr einer halben Stunde wälzt er sich über jede Seite in die normale zurück, wenn auch mit Vorliebe

über die rechte. Reizt man den Frosch links am Kopf, so bleibt er einige Zeit ruhig; zerrt dann mit den Extremitäten der rechten Seite am Faden, der ihn am Unterkiefer schwebend hält; erst später bewegt sich das linke Bein und der linke Arm. Auf Reize an den Extremitäten der linken Seite kneift der Frosch die Augen zu und entfernt auch, aber viel später als bei Reizen am Kopf und an den Extremitäten der rechten Körperhälfte, mit der rechten Hand oder dem rechten Fuss das deckende Blatt vom rechten Auge; er befreit sich das linke Auge nicht. — Der Frosch kann gehen und springen. Umschnürt man die rechte obere Extremität so mit einem Faden, dass sie unbeweglich wird und reizt nun entweder rechts oder links am Kopf, so bewegt der Frosch die rechte Hinterextremität zuerst. Mit dieser erreicht er stets den ihn haltenden Faden, mit der linken aber nicht, indem diese in der mit Absicht aufgelassenen Rückenwunde sich fängt, was bei der rechten nie der Fall ist. Oft wird das linke Bein auch nicht einmal bis zum Rücken hin gehoben, sondern blos in den Gelenken schwach gebeugt und gestreckt.

Versuch 4 (Nro. 39).

Die rechte Hälfte des Rückenmarks ist etwas unterhalb der beim vorigen Versuch gewählten Stelle genau durchschnitten. Direct nach der Operation fährt der Frosch mit beiden Extremitäten der linken Seite an den Kopf; rechts besteht scheinbare Lähmung. Bald darauf geht der Frosch mit allen Extremitäten, den rechten Arm ausgenommen. Am rechten Beine gereizt, wischt er die Decke nicht von den Augen; am linken gereizt, mit diesem selbst. Am Kopf in die Höhe gehoben und gereizt, wehrt er sich mit den Gliedmassen der linken Körperhälfte; erst später bewegt er das rechte Bein. — Am folgenden Tage springt der Frosch gut; bedient sich aller Extremitäten zum Gehen, der rechten vorderen allerdings etwas ungeschickt. Er setzt sie weit vom Leibe auf; reagirt aber auf Reize an derselben und zwar so, dass er zuerst mit der

Hand wischende Bewegungen am Bauche macht, dann das rechte Bein aufwärts führt und damit am Arm wischt. Erst später tritt eine Bewegung im linken Beine ein: der Frosch streckt dies Bein und breitet die Schwimmhäute stark aus. Bei Reizen am linken Arm erfolgt die Reaction auf Reize später, doch viel energischer: Der Frosch zerrt mit linkem Arm und Bein an dem um den Unterkiefer gelegten Haken; als schon das linke Bein zur Ruhe gekommen, macht er noch abwechselnd Beugung und Streckung im Knie und Fussgelenk des rechten Beines. Bringt man dem Frosche von rechts her eine Pincette in's Maul, so wehrt er mit der linken Körperhälfte kräftig ab; zerrt mit Hand und Fuss daran; später treten auch Bewegungen in den Extremitäten der linken Seite auf.

Versuch 5 (Nro. 18).

Die rechte Rückenmarkshälfte ist nahe den Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven genau durchschnitten.

Der rechte Arm ist gelähmt; die Decke streift er nur mit den Extremitäten der linken Körperhälfte von den Augen (und verhält sich sonst auch wie die vorher geschilderten). Aus Versuch Nro. 3 und ähnlichen, wo der Schnitt die linke Rückenmarkshälfte unterhalb der Wurzeln für den plexus brachialis getroffen hatte, führe ich als relevant an:

Reizt man die linke Hand, so reagirt das linke Bein viel später, als die Extremitäten der rechten Seite.

Bei Versuch Nro. 60 und andern lag der Schnitt 1,5 Mm. bis 1 Mm. oberhalb der Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven; es waren die Muskeln gelähmt, welche den Arm nach vorn bewegen. Ein Aehnliches findet beim Vorrücken der Schnitte gegen den Lendentheil des Rückenmarkes statt. Zuerst werden die Muskeln gelähmt, welche den Oberschenkel beugen, d. h. solche, welche die hintere Extremität nach vorn bewegen, dem Rumpf oder Kopf nähern.

Aus diesen Beobachtungen ergibt sich also, dass es

leicht möglich ist, einen Frosch mit halbseitig durchschnittenem Rückenmark und gut geschlossener Hautwunde bei oberflächlicher Betrachtung für unversehrt zu halten. Er geht und springt; reagirt auf Reize an den Extremitäten der Schnittseite. Allein schon die Art und Weise, wie er auf solche Reize reagirt, erregt Bedenken. Es ist, als wenn die Extremitäten nur noch in ganz lockerer Beziehung zum Gesammtorganismus ständen. Der Frosch führt nicht zuerst die Bewegungen aus, welche seinen ganzen Leib der Gefahr entziehen würden; er reagirt lokal. Suchen schliesslich auch die Extremitäten der entgegengesetzten, intacten Seite, in denen vorher aber schon andere Bewegungen aufgetreten waren, die Hindernisse der Flucht aus dem Wege zu räumen, so betheiligen sich die Gliedmassen unter dem Schnitte nicht in einer Weise, die dies Vorhaben fördern könnte. Kommt es nun gar darauf an, Reize vom Kopf abzuwehren, so tritt der veränderte Zustand recht deutlich hervor. Der normale Frosch wehrt mit den Extremitäten, welche der gereizten Kopfhälfte entsprechen, stets zuerst ab. Reizt man links mit Säure, so wischt die linke Hand; ist der Reiz intensiver, auch der linke Fuss; dieser allein, wenn der linke Arm amputirt war. Führt man dem Frosch von rechts her einen harten Gegenstand in's Maul, so zerrt er mit den Extremitäten der rechten Seite zuerst daran.

Von alledem ist bei einem Frosche mit halbseitig durchschnittenem Rückenmark auf der Schnittseite Nichts zu sehen. — Er gebraucht nie die Extremitäten dieser Seite, das entsprechende Auge von einer verhüllenden Decke zu befreien, wenn er sich auf die Flucht begeben will. Er zerrt mit diesen Extremitäten nie an dem Haken, der ihn am Unterkiefer schwebend hält; niemals entfernt er mit diesem Arme, diesem Beine einen Gegenstand, den man ihm von dieser Seite her in's Maul einführt. Er reagirt, wenn das Rückenmark zwischen zwei Extremitäten getrennt, mit der einen weit später auf Reize, an der anderen als mit den Extremitäten der entgegenge-

setzten Seite. Immerhin treten aber Bewegungen ein, und zwar sind diese, wie ich durch folgende Versuche darthun werde, nicht durch neu hinzutretende äussere Reize — Entfernung von der Unterlage, Erschütterung und Reibung — bedingt.

Versuch 6 (Nro. 31).

Einem Frosche wurden links die vorderen Wurzeln der Lendennerven, darauf in der Mitte zwischen calam. scriptor. und Ursprung des zweiten Rückenmarksnerven das Mark so durchschnitten, dass der mikroscopischen Untersuchung zufolge die Continuität der ganzen rechten Hälfte getrennt war; der Schnitt greift noch ganz unbedeutend in die linke Hälfte des Rückenmarks über.

Nach der Operation wischt der Frosch mit dem rechten Bein einen Tropfen Säure vom linken ab; bewegt auf Reize an der Schnauze die Extremitäten der rechten Seite; wischt jedoch blos mit dem linken Arme nach dem Kopf.

Versuch 7 (Nro. 53).

Es sind genau durchschnitten: die linke Hälfte des Rückenmarks 1 Mm. oberhalb der Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven, die rechte Hälfte 3 Mm. unterhalb desselben. Die Schnitte liegen also 4 Mm. von einander entfernt.

Aus der Rückenlage kann der Frosch nicht aufkommen. Zur Fortbewegung bedient er sich blos des rechten Armes, mit dessen Hülfe er den Körper vorwärts hebelt. Jetzt wird dem Frosch die rechte Art. iliaca unterbunden und ihm ein Tropfen einer einprocentigen Curarelösung subcutan injicirt. Nachdem die Wirkung eingetreten, reagirt er bei Reizen am Kopf und am rechten Arm mit dem rechten Bein. Er macht jedoch blos Beuge- und Streckbewegungen und die Reaction erfolgt nicht so schnell, als bei Reizen am linken Beine. (Man darf hierbei nicht vergessen, dass bei Reizen an Kopf und rechtem Arm jedenfalls nicht das rechte Bein zuerst reagirt haben würde.)

Versuch 8 (Nro. 54).

Dem Frosch wurde die linke Arteria iliaca unterbunden und dann genau die rechte Hälfte des Rückenmarks nahe der medulla oblongata durchschnitten.

Nachdem der Frosch curarisirt, reagirt er unter Anderem auch auf Reize am rechten Arm mit dem linken Bein.

Es fragt sich nun: wie sind diese Bewegungen aufzufassen?

Die Centralorgane des Rückenmarks sind intact erhalten; es ist blos die Continuität einer Hälfte mit dem Gehirn unterbrochen. Wäre nun auch nur eine theilweise Kreuzung der die, im gewöhnlichen Sinne, willkürlichen Bewegungen vermittelnden Fasern vorhanden, so müssten auf der dem Schnitt entgegengesetzten Seite Fähigkeiten ausgefallen sein, die auf der Schnittseite noch beständen; es ist jedoch blos die Seite des Schnittes verändert, ihre Extremitäten verhalten sich wie beim decapitirten Frosch. Ebenso könnte bei schweren Schädigungen einer Gehirnhälfte nicht eine Seite allein gelähmt sein, während die andere intact ist. Sehen wir nun am decapitirten Frosch auf Reize an einer Körperhälfte die Extremitäten der andern ganz zweckmässig reagiren, so muss natürlich eine Verbindung zwischen den beiden Rückenmarkshälften bestehen. Und diese Verbindung, wie sie durch die vordere Commissur gegeben ist, reicht aus, alle Erscheinungen zu erklären. Die Aehnlichkeit der Bewegungen der Extremitäten unter einem Schnitte mit denen des decapitirten Frosches; die Zeit des Zustandekommens dieser Bewegungen auf Reize an Körperstellen, wonach sie zuerst auftreten sollten; die Art, wie andere Körpertheile auf Reize an Stellen unter einem Schnitte reagiren: alles beweist, dass, soweit es sich um die Bewegung von Extremitäten handelt, die unter einem Rückenmarksschnitt liegen, die Innervation durch das Rückenmark allein geleistet wird.

Die folgenden Versuche, wo beide Hälften des Rücken-

marks in verschiedener Höhe durchschnitten wurden, liefern weiteres Beweismaterial für unsere Anschauung.

Die Chancen für das Gelingen dieser Versuche sind natürlich noch weit geringer, als wenn man nur eine Hälfte des Rückenmarks zu durchschneiden hat. Ich möchte mir es deshalb nicht versagen, einige, in meinem Sinne misslungene Versuche anzuführen; da sie ja auch nicht ohne Bedeutung sind.

Versuch 9 (Nro. 11).

Die Schnitte liegen: in der rechten Hälfte 0,5 Mm. von der med. oblongata, in der linken Hälfte 5 Mm. davon entfernt und erreichen der mikroscopischen Untersuchung nach an keiner Stelle die Mittellinie; es sind durchschnitten die Seitenstränge, die laterale Hälfte der hinteren Stränge und der grauen Substanz; die Vorderstränge sind rechts oben mehr als links unten, in maximo zu einem lateral gelegenen Viertel durchtrennt.

Nachdem die Rückenwunde geschlossen, wehrt der Frosch in die Höhe gehalten mit allen Extremitäten ab, den rechten Arm ausgenommen. Er macht wohl Bewegungen mit dieser Extremität, ohne jedoch die ihn haltende Hand zu erreichen. Am folgendem Tage geprüft, streift der Frosch über die Augen gelegte Blättchen mit linkem Arm und rechtem Fuss ab. Legt man den Frosch vorsichtig auf den Rücken und hält ihn eine Zeit lang fest, so wehrt er Reize rechts oder links am Kopfe mit dem rechten oder linken Arme ab. Die Rückenlage erträgt der Frosch nicht.

Versuch 10 (Nro. 57).

Die Schnitte liegen: links oben 0,8 Mm. vom calam. scriptorius; rechts 2,3 Mm. unterhalb der Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven. Die Vorderstränge sind nur zu einem geringen median gelegenen Theile, die graue Substanz und ebenso die Hinterstränge beidemale fast ganz durchschnitten. Der Frosch erträgt die Rückenlage, im Uebrigen erscheint er normal.

Die in diesen und ähnlichen Versuchen beobachteten

Erscheinungen lassen sich erklären, wenn man, die Leitung der willkürlichen Bewegungsimpulse durch die weisse Substanz des Rückenmarks, d. h. die Vorderstränge vorausgesetzt, annimmt, dass die aus den Ganglien für den plexus brachialis aufsteigenden Longitudinalfasern mehr nach aussen liegen, als die von weiter unten kommenden. Bei Versuch 9 war wirklich blos ein nach aussen zu gelegener Theil der Vorderstränge verletzt. Das Bein konnte die Decke von den Augen prompt entfernen, während der Arm dazu unfähig war. Bei Versuch 10 waren der grauen Substanz anliegende Fasern verletzt: das Thier konnte aus der Rückenlage nicht aufkommen. Da dieses Manöver hauptsächlich durch die Hinterbeine ausgeführt wird, so ist es wahrscheinlich, dass durch die Schnitte solche Fasern getroffen wurden, die mit den Hinterextremitäten in näherer Beziehung stehen.

Der Anordnung mehrerer früheren Untersuchungen mich anschliessend, gebe ich jetzt einige Versuche, wo bei jedem folgenden die genau sich an die einzelnen Hälften des Rückenmarks haltenden Schnitte weiter von einander abstanden als beim vorhergehenden.

Versuch 11 (Nro. 36).

Einem Frosch wurde in der Höhe des vierten Rückenmarksnerven die rechte Hälfte des Marks durchschnitten; 2 Mm. unterhalb dieser Stelle, also noch im vierten Wirbel und oberhalb der Wurzeln des 7. Rückenmarksnerven, die linke Hälfte.

Der Frosch sitzt nach der Operation mit an den Bauch gezogenen Beinen da; er geht mit Hülfe der Arme vorwärts; hält die Beine entweder adducirt oder zieht sie bald wieder an den Leib, wenn sie sich bei der Fortbewegung davon entfernt hatten. Hängt man ihn an einen Faden auf, so wehrt er blos mit den Vorderextremitäten. Die Rückenlage kann er nicht verlassen, obwohl er mit den Armen lebhafte Anstrengungen dazu macht.

Versuch 12 (Nro. 50).

Die Schnitte liegen ungefähr wie bei Versuch 10

links oben und rechts unten; bei beiden beträgt die Distanz der Schnitte 4 Mm.; in diesem ist jedoch jede Hälfte des Rückenmarks in der angegebenen Höhe genau durchschnitten.

Bei der Prüfung des Frosches ergibt sich Folgendes: Er sitzt da, wie ein normaler Frosch; er hilft sich jedoch nur mit Hülfe der Arme, die Beine an den Leib gezogen, vorwärts. Er streift bei Reizen und auch spontan nur vom rechten Auge mit der rechten Hand ein Blättchen Papier ab, obwohl die linke Hand hoch genug am Kopf (durch Drehungen des Körpers) vor einer Reizung desselben liegen geblieben war. Aus der Rückenlage kann der Frosch nicht aufkommen. Auf Reize an der rechten Hand reagiren alle übrigen Extremitäten, er zerrt nur mit der rechten Hand am Faden, der ihn schwebend hält. Auf Reize an der linken Hand wischt er mit dieser am Bauch und mit dem linken Fuss am linken Arm; es betheiligen sich später an den Bewegungen auch die Extremitäten rechts. Bei Reizen an allen Extremitäten kneift der Frosch die Augen zu. Bei Reizen an den Beinen wird er durch die brüsken Bewegungen derselben fortgeschoben, obwohl er sich der Beine beim Gehen nicht bedient. Reizt man links am Kopf, so dreht er sich um die Hinterextremitäten nach rechts; rechts am Kopf gereizt, wischt er mit der Hand entweder die Säure ab oder duckt sich, wenn man ihm schnell hintereinander eine Scheere gegen den Kopf führt; der Frosch kann offenbar nicht nach links entfliehen: er bleibt liegen, weil er bei Reizen rechts von Neuem sich derselben Gefahr aussetzen würde, der er entgehen will.

Bei Versuch 10 hatten wir uns damit begnügt das Verhalten des Frosches als normal zu schildern, abgesehen von der Unfähigkeit sich aus der Rückenlage zu befreien. Der Frosch konnte gehen, springen, wehrte mit allen Extremitäten Reize vom Kopfe ab und suchte Hindernisse für die Flucht zu beseitigen. Bei Versuch 12 vermissen wir diese Fähigkeiten für die unter den Schnitten liegenden Gliedmassen.

Der auf Seite 20 angeführte Versuch 7 repräsentirt einen Fall, wo der untere Schnitt sich bis auf 3 Mm. von den Wurzeln des zweiten Rückenmarksnerven entfernt. Der obere Schnitt lag diesen Wurzeln so nah, dass der linke Arm nicht zum Gehen benutzt werden konnte, sonst waren die Verhältnisse dieselben wie bei Versuch 50. Sie bleiben es auch, bis man mit dem unteren Schnitte so weit rückt wie bei

Versuch 13. (Nr. 62.)

Die mikroscopische Untersuchung zeigt eine gute Durchschneidung der rechten Rückenmarkshälfte zwischen den Ursprüngen des ersten und zweiten Rückenmarksnerven; der erste ist durchschnitten; die linke Hälfte des Rückenmarks ist nahe dem Ursprunge der sensiblen Wurzel des siebenten Rückenmarksnerven getheilt; die motorischen Wurzeln dieses Nerven sind durchschnitten.

Bei der Beobachtung des so hergerichteten Frosches findet sich, dass das linke Bein in der Beugemuskulatur des Hüftgelenks gelähmt ist; die Empfindlichkeit ist am ganzen Bein erhalten. Die rechte obere Extremität ist nach hinten gerichtet, kann beim Gehen jedoch aufgesetzt werden. Der Frosch geht nach links herum mit Hülfe der linken oberen und der rechten hinteren Extremität. Hängt man den Frosch am Unterkiefer auf und reizt rechts am Kopf, so wehrt der Frosch energisch mit dem linken Arm; er zerrt damit am Faden, der ihn hält; wischt mit der rechten Hand am Bauch und mit dem rechten Fuss am rechten Arm. Diese Bewegungen treten jedoch später auf, als im linken Arm. Bei Reizen an diesem selbst, zerrt er am Faden und beugt und streckt abwechselnd beide Hinterextremitäten; er berührt den gereizten Arm mit den Beinen nicht. Reize ich den rechten Arm, so wischt er mit dem rechten Fuss nach der mit Säure betupften Stelle, viel später wird das linke Bein, soweit die Gelenke beweglich, abwechselnd gebeugt und gestreckt; die linke obere Extremität wird ebenfalls bewegt. Der Frosch kneift bei Reizen an allen Extremitäten die Augen zu.

In diesem Versuche scheint also die Entfernung der Schnitte so gross gewesen zu sein, wie sie bei früheren Untersuchungen in den Fällen war, wo in den Hinterextremitäten willkürliche Bewegung fortbestanden haben soll. In folgendem Versuch werde ich jedoch zeigen, dass es auf den Abstand der Schnitte nicht ankommt, sondern auf die Lage des unteren Schnittes.

Versuch 14. (Nro. 68.)

Der untere Schnitt theilt die rechte Rückenmarkshälfte im Ursprungsbezirk des siebenten Rückenmarksnerven, wie bei Versuch 13; der obere Schnitt ist 2,5 Mm. davon entfernt und hat genau die linke Rückenmarkshälfte getroffen.

Bei der Prüfung des Frosches finde ich, dass er sich der Vorderextremitäten und der linken hinteren zum Gehen bedient. Er kommt aus der Rückenlage nicht auf, weil die Beine seinen Bemühungen, sich über die Seite zu wälzen, nicht zu Hülfe kommen. Am Kiefer aufgehangen, zerrt er nur mit den Vorderextremitäten am Faden; er bewegt auch die Hinterextremitäten, aber ohne den Faden zu erreichen.

Versuchte ich schon durch die Resultate der einseitigen Durchschneidung des Rückenmarks es wahrscheinlich zu machen, dass eine Kreuzung motorischer Fasern neben der am decapitirten Frosch zu constatirenden im Rückenmark nicht vorhanden sei, so wird diese Ansicht durch die Beobachtung an Fröschen mit gut doppeltseitig in verschiedenen Höhen durchschnittenem Rückenmark noch befestigt. Abgesehen davon, dass ein Frosch, dessen Rückenmarkshälften in verschiedenen Höhen durchschnitten sind, mit den Extremitäten unterhalb der Schnitte grade die Bewegungen und Manöver, die für einen normalen Frosch ganz charakteristisch sind — Nichtertragen der Rückenlage, Beseitigung allgemeiner Hindernisse der Flucht — nicht ausführt, müsste man, wie ein Vergleich zwischen Versuch 11 und 14 darthut, annehmen, dass diese supponirte Kreuzung in einem kleinen Bezirke oberhalb und unterhalb des Ursprungs des siebenten Rücken-

marksnerven vor sich gehe. Hier ist aber auch die Stelle im Mark, — Grenze des 4. und 5. Wirbels —, deren totale Durchschneidung, resp. Abtrennung vom unteren Ende, die geordneten Abwehrbewegungen der hinteren Extremitäten aufhebt.

Erhält man dieses eng begrenzte Gebiet in Verbindung mit dem Gehirn — Durchschneidung einer Rückenmarkshälfte unterhalb des Ursprungs der motorischen Wurzel des siebenten Rückenmarksnerven; Durchschneidung der anderen Hälfte in grösserer oder geringerer Entfernung davon: Versuch 13 und 14 —, so findet eine Uebertragung von Bewegungen statt, wie sie nur von einem Theile des Gehirns dieser Centralstätte für die hinteren Extremitäten übermittelt werden können: Der Frosch bedient sich des Beines unter dem höher gelegenen Schnitte zum Gehen; während man am Beine unter dem tieferen Schnitte dieselbe Schädigung eintreten sieht, wie man sie an beiden Beinen antrifft bei totaler Durchschneidung des Rückenmarks in derselben Höhe. Erhält man dagegen besagtes Gebiet am unteren Theile des doppeltseitig in verschiedenen Höhen durchschnittenen Markes — Versuch 36 —, so findet eine Uebertragung von Bewegungen, wie sie nur das Gehirn auslösen kann, auf die Hinterextremitäten nicht mehr statt; dagegen reagiren diese genau so, wie es beim decapitirten Frosch beobachtet wird, wenn der Schnitt nicht über die Grenze zwischen 4. und 5. Wirbel hinausgegangen ist.

Das Rückenmark besitzt also die Fähigkeit, Bewegungen, wie sie entweder durch einen Reiz von aussen — am decapitirten Frosche — in einer Centralstätte des Rückenmarks ausgelöst oder durch einen vom Gehirn kommenden Impuls angeregt werden, zu verallgemeinern und zwar sind die Bahnen, auf denen dies geschieht, identisch.

Es existirt somit keine Kreuzung von Längsfasern im Rückenmark.

Ich werde fortfahren, neues Beweismaterial für meine Behauptung zu sammeln.

Vita.

Ich bin zu Hoerde, einer kleinen Stadt Westfalens, am 18. November 1850 geboren.

Der erste Jugendunterricht ward mir dort in der jüdischen Elementarschule und vom dreizehnten Lebensjahre ab $1^1/_4$ Jahr lang in der höheren Bürgerschule zu Theil. Das Dortmunder Gymnasium bereitete mich von der Tertia ab an zum Besuch der Universität vor.

In Marburg studirte ich vom Herbst 1870 ab zwei Semester Medicin und setzte diese Studien hier in Bonn bis jetzt fort. Es wird mein Bestreben sein, allen meinen Lehrern den tiefgefühltesten Dank zu bethätigen.

Ich kann es nicht unterlassen, auch an dieser Stelle hervorzuheben, wie sehr ich Herrn Geh. Rath Professor Pflüger zu Dank verpflichtet bin, der mir seit vier Semestern sein Laboratorium geöffnet und stets Beweise seines Wohlwollens gegeben hat.

Thesen.

1) Der Name »Molenschwangerschaft« ist kein einheitlicher Begriff.
2) Die Stauungspapille ist bedingt durch eine Compression des opticus seitens des subvaginalen Lymphrannes.
3) Die Eiweisskörper werden in Form der Peptone resorbirt.